

明 細 書

大容量超音波複合振動装置

技術分野

5 本発明は、金属、プラスチック、セラミックス、電子部品等を振動加工（接合、切削、研磨、塑性加工等）する超音波加工機、移動装置等に用いられる大容量超音波複合振動装置に関する。

発明の背景

従来、超音波複合振動装置として特開平 1 1 - 8 7 4 3 7 に記載
10 されたものが知られている。

従来技術は、直交する 2 個の駆動用縦振動子で複合曲げ振動体を励振するものである。

しかしながら、従来技術では、2 個の駆動用縦振動子による曲げ振動棒の励振のため、大容量（大出力）の振動エネルギーを提供するこ
15 とは不可能で、線径 0.7mm 以内のワイヤボンダとして応用範囲に限界があった。

このため、ワイヤ以外の金属板のスポット接合や、シーム溶接、プラスチック接合、金属の塑性加工等の超音波加工用に大容量の超音波複合振動装置が切望されていた。

20 本発明の課題は、振動体材料が剛性に富み、振動損失の小さな円盤振動体に超音波振動子を複数組設置することにより、大容量の超音波複合振動装置を提供することにある。

発明の開示

この課題を解決するために本発明は、円盤振動体外周部に互いに対向して逆相で駆動する複数組の超音波振動子を等間隔に設置することによって、円盤振動体中心部がリサージュ軌跡を描く複合振動
5 を誘起することを見出してなされたものである。

請求項 1 の発明は、中央部が振動ループとなる円盤振動体の外周部に同一特性のボルト締めランジュバン形超音波振動子（以下 B L T と略称）を n 組（ $n \geq 2$ ）対向して等間隔に設置し、それぞれ対向する B L T は逆相モードで駆動し、各組の相隣る B L T 間の位相
10 は π/n ずつ移相する振動モードで駆動することにより、円盤振動体の中心部を複合振動する構造とした大容量の超音波複合振動装置である。

請求項 2 の発明は、請求項 1 の発明において更に、前記円盤振動体の中心部に複合曲げ振動モードで振動する振動丸棒の振動の腹部
15 を結合した構造としてなるようにしたものである。

第 1 組の B L T が互いに逆相の縦振動で振動すると、同 B L T と機械的に結合した円盤振動体は両 B L T の軸心を結ぶ直径方向に励振される。第 1 組の B L T から π/n 位相を遅らせて第 1 組の隣の第 2 組の B L T を励振し、更に第 2 組から π/n 位相を遅らせて第 2 組
20 の隣の第 3 組の B L T を励振し、同様に第 n 組まで B L T を励振する。

円盤振動体は n 組の B L T により励振されて、その中心部はリサージュ軌跡を画く複合振動を誘起し、その振動出力は B L T 単体の

場合の $2n$ 倍の容量となる。円盤振動体の中心に複合曲げ振動モードで振動する振動丸棒の振動の腹部を結合することにより、同振動丸棒の先端から B L T 単体の場合の $2n$ 倍の大容量の複合振動出力を得ることが可能となる。

- 5 従って、この振動丸棒の先端に目的に応じた超音波複合振動加工用の工具・スライダ等を装着することにより、大容量の超音波複合振動加工機・移動装置等を提供することが出来る。

図面の簡単な説明

図 1 は本発明の大容量の超音波複合振動装置の原理を示すブロック図、図 2 は振動系の構成例を示す外観図、図 3 は振動丸棒先端中心の振動モードを示す実測図である。

発明を実施するための最良の形態

図 1 に示すように、円盤振動体 4 の外周部の 3 組 ($n=3$) の B L T 1, 1', 2, 2', 3, 3' を等間隔に配置してある。円盤中心部には図 2 に示すように、複合曲げ振動モードで励振する振動丸棒 5 を円盤振動体に垂直に結合してある。図 2 に示す振動系の各部の結合は全て中心ボルト (図示せず) で締結する構成のため剛性の高い構造となっている。

各 B L T は電歪素子 6 を金属ブロックで挟持したボルト締めランジュバン形構造となっていて、6 個の B L T は振動特性の揃ったものを使用する。

対向する 1 組の B L T 1, 1' は、発振器 13、位相推移器付き電力増幅器 10 と出力トランス 7 に接続されていて、電気信号は出力ト

ランス 7 によって互いに逆相で印加される。このため、B L T 1 が電気信号によって伸張する弾性振動モード 15 のときは、B L T 1' は短縮する弾性振動モード 16 となる。この場合、円盤振動体 4 の中心は B L T 1 から B L T 1' の方向に変位する。B L T 1 → 円盤振動体 4 → B L T 1' の振動モードは 14 となり、円盤振動体と振動丸棒の結合部中心は B L T 1, 1' の軸心方向に振動モード 17 となる。

位相推移器付き電力増幅器 11 と出力トランス 8 による B L T 1, 1' の駆動より $\pi/3$ 位相を遅らせて B L T 2, 2' を駆動し、続いて位相推移器付き電力増幅器 12 と出力トランス 9 により更に $\pi/3$ 位相を遅らせて B L T 3, 3' を駆動する。

円盤振動体 4 の中心部は 3 組の B L T の振動によるベクトル和となっており、リサージュ軌跡を画く複合振動を誘起する。

従って振動丸棒 5 は、円盤振動体 4 に誘起した複合振動によって励振され、その先端の振動モードは図 3 の楕円振動となる。楕円振動軌跡は各 B L T の駆動電圧と共振周波数のわずかな差によって発生するもので、位相推移器付きの電力増幅器の各駆動電圧および駆動位相を調整することにより円形にすることが出来る。

図 1 で、円盤振動体 4 の材質を鉄鋼 S 4 5 C (直径 126mm、厚さ 40mm)、各 B L T の縦共振周波数を 27kHz (直径 40mm)、振動丸棒 5 の材質を鉄鋼 S 4 5 C (直径 40mm、長さ 366mm) とし、各 B L T の駆動電圧を 150Vrms とした場合、振動丸棒 5 先端の複合振動変位振幅 $4.5\mu\text{m}$ が得られた。

本実施形態によれば、以下の作用がある。

B L T の共振周波数に同調した発振器 13 の信号を位相推移付き電力増幅器 10, 11, 12 で順次 π/n ずつ位相を推移して、出力信号を出力トランス 7, 8, 9 に印加する。この信号は中間タップ付きトランス 7, 8, 9 により互いに逆相モードの 2 信号となって各組 5 の B L T に印加される。

B L T は電気信号を機械的弾性振動に変換し、円盤振動体 4 を駆動する。円盤振動体の中心は振動の腹となって複合振動を誘起し、その振動出力は B L T 単体の 6 倍となる。

円盤振動体 4 の中心に結合した振動丸棒 5 は、円盤振動体の中心 10 の複合振動で励振され、その先端は複合振動となって、出力は B L T 単体の 6 倍となり大容量の超音波複合振動装置が実現できる。

以上、本発明の実施の形態を図面により詳述したが、本発明の具体的な構成はこの実施の形態に限られるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲の設計の変更があっても本発明に含まれる。例 15 えば、円盤振動体の縦振動節部で厚さを変える、または振動丸棒の節面で直径を変える（段付き振動体等）ことにより振動振幅を任意に設定可能である。

各 B L T の設置位置は必ずしも等間隔である必要はなく、適宜に設置位置を変更することもできる。

20 また、実施形態では互いに逆相モードで駆動する 1 組の B L T 用に中間タップ付きトランスを使用した。B L T を構成する電歪素子の分極方向を互いに逆方向にすれば、電気信号は同相で印加することが可能になり、中間タップ付きトランスは不要とすることがで

きる。

更に、M個の外周部に多数のB L T振動子を設置した円盤振動体を振動位相を合致させて振動丸棒で縦続接合し、各円盤振動体のB L T振動子を並列に駆動することにより、M倍の大容量の超音波複
5 合振動装置を構成することが可能である。

また対向する各組の駆動位相を変えて円盤振動体中心を振動ループおよび振動ノードとするように駆動することにより、円盤中心部に設置した振動丸棒を曲げ振動および縦振動で駆動することが可能で、振動棒先端部の2次元、3次元の複合振動を実現できる。

10 また複合振動棒に多数のB L Tを振動位相を考慮して設置することにより大容量の複合振動源を構成することも可能である。

これらの超音波複合振動源は、振動体の適当な位置に設置した振動検出器の出力を用いる、または振動源の動アドミッタンスを検出して用いることにより共振周波数自動追尾型の帰還発振器を構成し、
15 さらに振動振幅・振動出力を一定に制御する構成にすることが可能である。

また各組のB L Tの駆動周波数は必ずしも同一である必要はなく、楕円・円形でなく包絡線が方形・矩形の複合振動軌跡であっても接合などの目的に対しては同様な効果が得られる。

20 産業上の利用の可能性

以上のように本発明によれば、振動体の剛性に富んだ大容量の超音波複合振動装置を得ることができる。

請求の範囲

- 1 中央が振動ループとなる円盤振動体の外周部に同一特性のボルト締めランジュバン形超音波振動子を2組以上、 n 組を対向して等間隔に設置し、それぞれ対向する超音波振動子は逆位相モード
5 で駆動し、各組の相隣る超音波振動子間の位相は π/n ずつ移相する振動モードで駆動することにより、円盤振動体の中心部を複合振動する構造としたことを特徴とする大容量複合振動装置。
- 2 前記円盤振動体の中心部に複合曲げ振動モードで振動する振動丸棒の振動の腹部で結合した構造としてなる請求項1に記載の大容量超音波複合振動装置。
10
- 3 前記円盤振動体を振動位相を合致させて振動丸棒で縦続接合し、各円盤振動体の各組の超音波振動子を並列または独立に駆動する構成とした大容量の超音波複合振動装置。

図 1

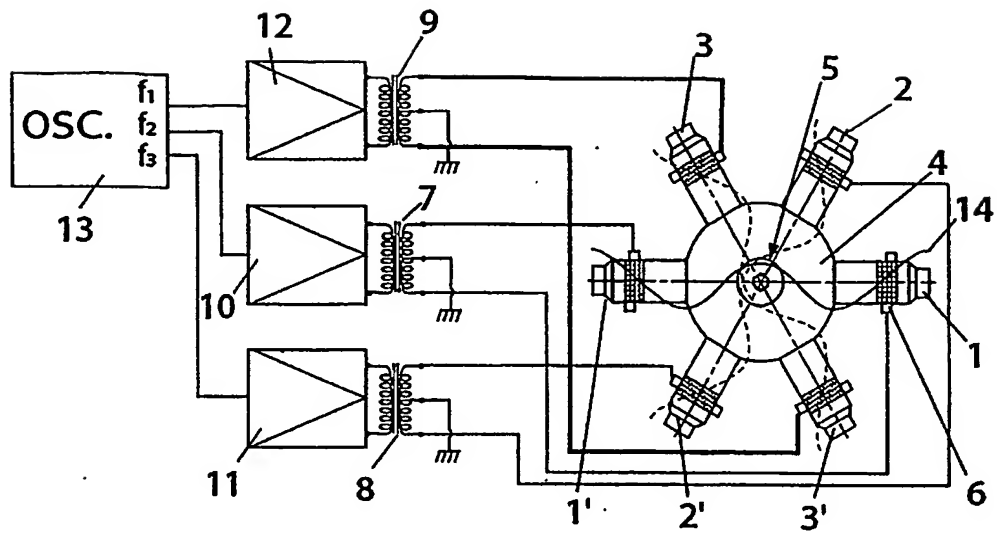


図 3

